

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : H03K 17/08, 17/16	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/23497 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Oktober 1994 (13.10.94)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE93/00270 (22) Internationales Anmeldedatum: 24. März 1993 (24.03.93) (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MARQUARDT, Rainer [DE/DE]; Gerhard-Hauptmannstrasse 12, D-8522 Herzogenaurach (DE). SEIDL, Udo [DE/DE]; Im Karpfengrund 17, D-8520 Erlangen (DE). (74) Anwalt: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-8000 München 22 (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: CIRCUIT FOR PROTECTING POWER SEMICONDUCTOR SWITCHES THAT MAY BE SWITCHED ON AND OFF AGAINST SWITCHING OVERVOLTAGES

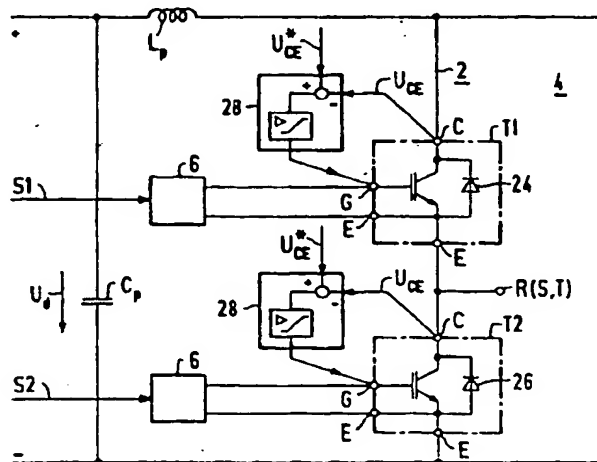
(54) Bezeichnung: SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM SCHUTZ VON EIN- UND AUSSCHALTbaren LEISTUNGSHALBLEITERSCHALTern VOR SCHALT-ÜBERSpanNUNgen

(57) Abstract

A circuit (28) protects power semiconductor switches (T1, T2) which may be switched on and off through their control input (G) and which form a pair of arms (2) in a current rectifier (4), against switching overvoltages. The circuit (28) has a comparator connected upstream of an analog amplifier with a limiting characteristic curve electroconductively connected at its output with a control input (G) of the power semiconductor switch (T1, T2) to be protected. A real voltage (U_{CE}) and a predeterminable reference voltage (U^*_{CE}) of the main connection (C) of said power semiconductor switch (T1, T2) are applied to the comparator. A circuit (28) which protects against overvoltages is thus obtained, so that a capacitor-diode series connection network for the power semiconductor switch may be dispensed with, since even the smallest voltage deviations are immediately recognized and the power semiconductor circuit breaker is switched off in a controlled manner.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung (28) zum Schutz von über ihren Steuereingang (G) ein- und ausschaltbaren, ein Zweigpaar (2) in einem Stromrichter (4) bildenden Leistungshalbleiterschaltern (T1, T2) vor Schalt-Überspannungen. Erfindungsgemäß besteht die Schaltungsanordnung (28) aus einem Vergleichs- mit nachgeschaltetem Analogverstärker mit Begrenzungskennlinie, der ausgangsseitig mit einem Steuereingang (G) des zu schützenden Leistungshalbleiterschalters (T1, T2) elektrisch leitend verbunden ist, wobei am Vergleichs- eine Ist-Spannung (U_{CE}) und eine vorbestimmbare Soll-Spannung (U^*_{CE}) des Hauptanschlusses (C) dieses Leistungshalbleiterschalters (T1, T2) anstehen. Somit erhält man eine Schaltungsanordnung (28) zum Schutz gegen Überspannungen, wobei auf ein RCD-Beschaltungsnetzwerk für die Leistungshalbleiterschalter verzichtet werden kann, da kleinste Spannungsabweichungen sofort erkannt werden und der Leistungshalbleiterschalter gesteuert ausgeschaltet wird.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Schaltungsanordnung zum Schutz von ein- und ausschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern vor Schalt-Überspannungen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zum Schutz von über ihren Steuereingang ein- und ausschaltbaren, ein Zweigpaar in einem Stromrichter bildenden Leistungshalbleiterschaltern vor Schalt-Überspannungen.

Bei Schaltvorgängen in Stromrichtern verursachen Induktivitäten im Leistungsteil von Stromrichtern Überspannungen, die je nach Höhe und Dauer zur Beschädigung der Leistungshalbleiter führen können. Vor allem die relativ schnell schaltenden Insulated-Gate-Bipolar-Transistor (IGBT)-Module selbst sind dabei gefährdet. Zum Schutz gegen solche Überspannungen ist es vorteilhaft, zunächst die parasitären Induktivitäten im Hauptstromkreis durch günstige Leitungsführung zu minimieren. Sodann werden verschiedenartige Beschaltungsnetze genutzt und auf kürzester Strecke verbunden. Diesen kommt außerdem die Aufgabe zu, den Betrieb im erlaubten Arbeitsbereich zu gewährleisten, sowie mitunter die Abschaltverlustleistung herabzusetzen. RCD-Einzelbeschaltung wird seit vielen Jahren zum Schutz von Leistungshalbleitern genutzt, und eignet sich auch zum Beispiel für IGBT-Module. Die Anordnung besteht aus einem Kondensator, der in Reihe zu einer Diode mit parallelem Widerstand liegt. Wenn zum Beispiel bei höherer Pulsfrequenz die am Widerstand in Wärme umgesetzte Verlustleistung beachtliche Werte annimmt, ist dies aber grundsätzlich unerwünscht. Häufiger werden kostengünstigere Maßnahmen angewendet (vgl. etz, Band 110 (1989), Seiten 464-471), wie RCD-Spannungsbegrenzer für Zweigpaare (Bild 6b) oder die Summenbeschaltung auf der Gleichstromseite (Bild 6d), die außerdem weniger Verlustleistung verursachen. Dafür sind diese allerdings auch nicht ganz so wirkungsvoll. RCD-

Spannungsbegrenzungsschaltungen werden häufig auch als Spannungsklemmbeschaltung bezeichnet.

- Der Zweck von Spannungsklemmbeschaltungen ist die Begrenzung der Überspannung, die beim Schalten von Leistungshalbleiterschaltern - in der Folge kurz mit LHL bezeichnet - aufgrund von zumeist aufbaubedingten Induktivitäten entstehen, auf einen für den LHL sicheren Wert.
- 10 Verwendet man zur Spannungsbegrenzung nur das bekannte (RCD)-Beschaltungnetzwerk als "Spannungsklemmbeschaltung", so ist die auf den größtmöglichen Abschaltstrom zu dimensionieren. Will man aber auch die Fähigkeit moderner LHL, die sogar die Abschaltung von Kurzschlußströmen, die mehr als das Zehnfache
- 15 des periodisch erlaubten Stroms erreichen können, ausnutzen, so ist der Beschaltungs-Kondensator entsprechend groß für den Kurzschlußfall zu dimensionieren. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß die in der Aufbauinduktivität gespeicherte Energie mit dem Quadrat des Abschaltstroms anwächst. Eine große
- 20 Beschaltung bedeutet nicht nur einen höheren Bauteileaufwand und damit höhere Kosten, sondern es erhöhen sich außerdem auch in der RCD-Beschaltung entstehenden Verluste. Bei hohen Schaltfrequenzen ($f_s = 10 \text{ kHz}$) sind relativ große Verlustleistungen über den Beschaltungs-Widerstand
- 25 abzuführen. Dadurch kompliziert sich nicht nur die Aufbautechnik, es erhöht sich auch der Kühlaufwand; außerdem sinkt der Wirkungsgrad der Schaltung nicht unerheblich.
- 30 Verwendet man eine Spannungsklemmbeschaltung mittels Zener-Diode zwischen einem Hauptanschluß (Kollektor, Drain) und dem Steueranschluß (Gate, Basis) eines Power-MOSFETs (Bull. ASE/UCS 77 (1986) 16, 23. August, Seiten B388-B391)), so wird die Zener-Spannung der Zener-Diode auf die maximal in der
- 35 Schaltung zugelassene Spitzenspannung dimensioniert.

Ist die von der Aufbauinduktivität verursachte Spannungsspitze größer als die Zener-Spannung, so kann ein (kleiner) Strom über die Zener-Diode zum Steueranschluß des Leistungshalbleiterschalters (z.B. Power-MOSFET, IGBT) fließen und diesen leitend steuern. Dies geschieht in idealer Weise aber nur bis zu einem gewissen Grad, so daß der Leistungshalbleiterschalter gerade so weit angesteuert wird, daß die Spannung an einem Hauptpfad (C-E oder D-S oder C-S, je nach Bauelementtyp) so lange immer genau der Zener-Spannung entspricht, bis der Stromfluß im Hauptpfad beendet ist und die Aufbauinduktivität die gespeicherte Energie vollständig an den Halbleiterschalter abgegeben hat. Eine Spannungsklemmbeschaltung mittels Zener-Diode zwischen einem Hauptanschluß und dem Steueranschluß eines Leistungshalbleiterschalters weist folgende Nachteile auf:

- Die Spannungsbegrenzung ist durch die Herstellungstoleranzen und den Temperaturkoeffizienten der Zener-Dioden sehr ungenau (ca. $\pm 5\%$ Herstellung plus ca. 10% zusätzlicher Fehler bei 100 K Temperaturhub),
- die Verlustleistung der Zener-Diode ist so groß, daß die Funktion dieser Spannungsbegrenzung im allgemeinen nur für seltene Störungsfälle und nicht bei der vorgesehenen Schaltfrequenz im gepulsten Dauerbetrieb benutzt werden kann, und deshalb
- zusätzliche Beschaltungen der Leistungstransistoren notwendig sind, um im Betrieb die Spannungen zu begrenzen, die bekanntlich einen großen und unerwünschte Verlustleistung in den Beschaltungswiderständen verursachen (verlustfreie Beschaltungsnetzwerke erfordern noch höheren Aufwand).

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zum Schutz von über einen Steuereingang ein- und abschaltbaren Leistungshalbleiterschaltern in Stromrichtern

anzugeben, wobei die obengenannten Nachteile vermieden werden sollen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die
5 Schaltungsanordnung aus einem Vergleicher mit nachgeschalteten Analogverstärkern mit Begrenzungskennlinie besteht, der ausgangsseitig mit einem Steuereingang des zu schützenden Leistungshalbleiterschalters elektrisch leitend verbunden ist, wobei am Vergleicher eine Ist-Spannung und eine vorbestimmte Soll-Spannung des Hauptanschlusses dieses Leistungshalbleiterschalters anstehen.
10

Durch die Ausgestaltung dieser Schaltungsanordnung kann auf ein RCD-Beschaltungsnetzwerk für einen Leistungshalbleiterschalter verzichtet werden, da kleinste Spannungsabweichungen am Hauptanschluß eines Leistungshalbleiterschalters sofort erkannt werden, und der Leistungshalbleiterschalter gesteuert ausgeschaltet wird. Durch Wegfallen des RCD-Beschaltungsnetzwerkes entfallen auch deren Nachteile. Somit erhält man
15 eine Schaltung zum Schutz gegen Überspannungen mit verringerten Beschaltungsverlusten bei Vermeidung des Beschaltungsaufwandes.
20

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Schaltungsanordnung ist als Vergleicher mit nachgeschaltetem Analogverstärker eine Analog-Differenzverstärker vorgesehen, dessen einer Eingang mit dem Ausgang eines Spannungsteilers und dessen anderer Eingang mit einer Referenzspannungsquelle verknüpft sind, wobei der Spannungsteiler eingangsseitig mit dem Hauptanschluß eines Leistungshalbleiterschalters verbunden ist.
25 Durch diese Ausgestaltung wird die Schaltungsanordnung besonders einfach und kompakt.
30

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Widerstand des Spannungsteilers, der mit dem Hauptanschluß eines Leistungshalbleiterschalters verbunden ist, in mehrere
35

elektrisch in Reihe geschaltete Widerstände unterteilt. Durch diese Ausführungsform des Spannungsteilers ist die Meßbereichsanpassung und ein guter Frequenzgang realisierbar.

- 5 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Schaltungsanordnung ist diese jeweils Bestandteil einer Ansteuer-
einrichtung eines Leistungshalbleiterschalters. Dadurch benö-
tigt man kaum noch Platz für die Schaltungsanordnung und man
kann den Analogverstärker außerdem für die Verstärkung des
10 Steuersignals nutzen, wobei das Steuersignal dem Eingang des
Differenzverstärkers zugeführt wird, an dem die Ist-Spannung
des Hauptanschlusses eines Leistungshalbleiterschalters an-
steht. Durch diese Ausführungsform kann man bei der Bemessung
der Ansteuereinrichtung den Leistungsverstärkungsfaktor der
15 Schaltungsanordnung miteinbeziehen, wodurch der notwendige
Verstärkungsfaktor der Endstufen einer bekannten Ansteuer-
einrichtung sich verringert.

- Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung
20 Bezug genommen, in der eine Ausführungsform der erfindungsge-
mäßigen Schaltungsanordnung zum Schutz von Leistungshalbleiter-
schaltern vor Überspannungen schematisch veranschaulicht
sind.

- 25 Figur 1 zeigt ein Zweigpaar eines bekannten Stromrichters,
in.
Figur 2 ist ein Zweigpaar eines Stromrichters dargestellt,
dessen Leistungshalbleiterschalter jeweils mit einer
erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung versehen sind,
30 und die
Figur 3 veranschaulicht eine Realisierung der erfindungs-
gemäßen Schaltungsanordnung, die Bestandteil einer
bekannten Ansteuereinrichtung ist.

- 35 In Figur 1 ist ein Zweigpaar 2 eines Stromrichter 4 darge-
stellt, das zwei ein- und ausschaltbaren Leistungshalbleiter-

schaltern T1 und T2 besteht. Als Leistungshalbleiterschalter T1 bzw. T2 können Power-MOSFETs und Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT) verwendet werden. Diese Leistungshalbleiterschalter T1 und T2 werden über ihre jeweiligen Gate-Emitter-Anschlüsse mittels einer Ansteuereinrichtung 6 in Abhängigkeit eines Steuersignals S1 und S2 angesteuert. Am Ausgang jeden Zweigpaares ist als eine gemeinsame Spitzenspannungsbegrenzung (Sammelklemmbeschaltung) ein RCD-Glied 8, bestehend aus einer Diode 10, einem Kondensator 12 und einem Widerstand 14, angeordnet. Die Gate-Kollektor-Strecke jedes LHL-Moduls T1 bzw. T2 wird durch eine Diode 16 bzw. 18 und eine Beschaltung-Zenerdiode 20 bzw. 22 überbrückt. Jeweils eine weitere Diode 24 bzw. 26 ist dem LHL-Modul T1 bzw. T2 gegenparallel in Richtung der Emitter-Kollektor-Strecke des LHL-Moduls T1 bzw. T2 geschaltet und dient als Rücklaufdiode in Wechselrichterschaltungen mit Spannungszwischenkreis. Diese Freilaufdioden 24, 26 können auch im Modul T1, T2 integriert sein und werden dann Reversdioden genannt.

Beim Abschalten eines LHL-Moduls T1 oder T2 wird die in der Aufbauinduktivität L_p gespeicherte Energie auf den Klemmbeschaltungskreis aus Diode 10 und Kondensator 12 abgegeben. Die Spannung am Beschaltungskondensator 12 entspricht dabei anfangs dem Wert der Zwischenkreisspannung U_d . Aufgrund der Energieabgabe der Aufbauinduktivität L_p erhöht sich die Spannung am Beschaltungskondensator 12 auf einen bei idealen Verhältnissen theoretisch vorausbestimmbaren Höchstwert. Nach Energieabgabe der Aufbauinduktivität L_p gibt der Beschaltungskondensator 12 den aufgenommenen Energiebetrag über den Beschaltungs-Widerstand 14 an den Zwischenkreiskondensator C_p , so daß nach einigen Zeitkonstanten der Ausgangszustand $U_{12} = U_d$ wiederhergestellt ist.

Die Beschaltungs-Zenerdiode 20 bzw. 22 ist so gemessen, daß im störungsfreien Schaltbetrieb die an einem Schaltungskondensator 12 entstehende Spitzenspannung kleiner ist als die Ze-

- ner-Spannung, jedoch bei Überstrom die Zener-Spannung erreicht wird. Wird nämlich unter dem Einfluß der Energieabgabe der Aufbauinduktivität L_p die Spannung am Beschaltungskondensator 12 größer als die Zener-Spannung, wird das LHL-Modul T1 bzw. T2 über die Zenerdiode 20 bzw. 22 leitend gesteuert und kann somit die weitere Energie der Aufbauinduktivität L_p übernehmen, die dabei in der Hauptstrecke des LHL-Moduls T1 bzw. T2 in Wärme umgesetzt wird.
- 10 In der Figur 2 ist ein Zweigpaar 2 eines Stromrichters 4 nach Figur 1 dargestellt, wobei jedoch auf ein RCD-Glied 8 und auf die Dioden 16, 18 und die Zenerdioden 20, 22 verzichtet wurden. Dafür ist jedes LHL-Modul T1, T2 mit einer erfindungsge-
15 mäßigen Schaltungsanordnung 28 zum Schutz der abschaltbaren Leistungshalbleiterschalter T1, T2 vor Schalt-Überspannungen versehen. Diese Schaltungsanordnung 28 besteht aus einem Vergleichler, dem ein Analogverstärker mit Begrenzungskennlinie nachgeschaltet ist. Am Vergleichler steht einerseits eine Ist-Spannung U_{CE} und eine Soll-Spannung U^*_{CE} des Haupt-
20 anschlusses C des Leistungshalbleiterschalters T1 bzw. T2 an. Der Analogverstärker ist ausgangsseitig mit dem Steuereingang G des LHL-Moduls T1 bzw. T2 elektrisch leitend verbunden. Anhand einer realisierten Schaltung gemäß Figur 3 wird der nähere Aufbau der Schaltungsanordnung 28 und deren Funktion näher
25 beschrieben.
- In der Figur 3 sind die Ansteuereinrichtung 6 und die Schaltungsanordnung 28 zum Schutz gegen Schalt-Überspannungen als eine gemeinsame Baueinheit dargestellt. Die Ansteuer-
30 einrichtung 6 besteht aus einer Gegentaktstufe 30, bestehend aus zwei Transistoren 32 und 34 und zwei Widerständen 36 und 38, zwei Kondensatoren 40 und 42 und einem Signalverstärker 44. Am Eingang dieses Signalverstärkers 44 steht ein Steuersignal S1 bzw. S2 an, das mittels dieses Signalverstärkers 44 und der Gegentaktstufe 30, auch Treiberstufe genannt, dem
35 Steuereingang G eines LHL-Moduls T1 bzw. T2 zugeführt wird,

wobei das Steuersignal S1 bzw. S2 zu einem vom LHL-Modul T1 bzw. T2 benötigten Steuerstrom umgewandelt wird. Der Widerstand 38, auch Steuerkreiswiderstand genannt, begrenzt die Höhe der beim Ein- und Ausschalten auftretenden Steuerstromimpulse. Die Kondensatoren 40 und 42 sind elektrisch in Reihe geschaltet, wobei der Verbindungspunkt mit einem Emitter- bzw. Kollektoranschluß E eines LHL-Moduls T1 bzw. T2 verbunden ist (Bezugspotential der Schaltungsanordnung 28), wobei am freien Anschluß des Kondensators 40 eine positive Speisespannung $+U_S$ und am freien Anschluß des Kondensators 42 eine negative Speisespannung $-U_S$ angeschlossen sind. Die Spannungen der Speisespannungen $+U_S$ und $-U_S$ richten sich nach den erforderlichen Gate-Spannungen der zu steuernden LHL-Modulen T1 bzw. T2 und betragen typischerweise $+15V$ und $-15V$. Diese bekannte Ansteuereinrichtung 6 bzw. weitere Ausführungsformen sind dem Artikel "IGBT-Module in Stromrichtern: regeln, steuern, schützen", von W. Bösterling, R. Jörke und M. Tscharn, abgedruckt in "etz", Band 110 (1989), Heft 10, Seiten 464-471, insbesondere dem Abschnitt "Treiberstufen für Ein- und Ausschalten", zu entnehmen.

Die Schaltungsanordnung 28 zum Schutz vor Überspannungen, die aus einem Vergleicher und einem Analogverstärker mit Begrenzungskennlinie besteht, wird hier bei der realisierten Ausführungsform durch einen analogen Differenzverstärker 46 gebildet. Gemäß dem Lehrbuch "Halbleiter-Schaltungstechnik", von U. Tietze und Ch. Schenk, 1983, Seiten 66-76, ist der Differenzverstärker 46 ein symmetrischer Gleichspannungsverstärker mit zwei Eingängen 48 und 50 und zwei Ausgängen 52 und 54, wobei der eine Ausgang 52 mit dem Bezugspotential der Schaltungsanordnung 28 und der andere Ausgang 54 mit dem Eingang des Signalverstärkers 44 der Ansteuereinrichtung 6 elektrisch leitend verbunden sind. Kennzeichnend für den Differenzverstärker 46 ist u.a. die Konstantstromquelle 56, die eingangsseitig mit der positiven Speisespannung $+U_S$ verbunden ist. Der Eingang 48 des Differenzverstärkers 46 ist mit einem Ausgang eines Spannungsteilers 58 verbunden und am

8a

Eingang 50 ist eine Referenzspannungsquelle 60 angeschlossen,
die außerdem mit dem Emitter- bzw. Kollektoranschluß E

5

(Bezugspotential) eines LHL-Moduls T1 bzw. T2 verbunden ist. Mittels des Spannungsteilers 58, der einerseits mit dem Hauptanschluß C und andererseits mit dem Emitteranschluß E eines LHL-Moduls T1 bzw. T2 elektrisch leitend verbunden ist, wird die Ist-Spannung U_{CE} des LHL-Moduls T1 bzw. T2 erfaßt.

Dieser Spannungsteiler 58, der aus einem ersten und einem zweiten Widerstand 62 und 64 besteht, dient zur Meßbereichsanpassung. Durch eine geeignete Wahl der Widerstandswerte und eine bedarfsweise Aufteilung des Widerstands 62 auf mehrere elektrisch in Reihe geschaltete Teilwiderstände 66, ist die Meßbereichsanpassung und ein guter Frequenzgang realisierbar. Die Widerstände 68, 70 und 72 ermöglichen es, die Verstärkung des Differenzverstärkers 46 im linearen Teil der Kennlinie anzupassen. Die Dioden 74 und 76 erlauben es, eine Übersteuerung der Transistoren 78 und 80 des analogen Differenzverstärkers 46 zu vermeiden, die zu Zeitverzögerungen führen würden. Die Referenzspannung U_{ref} der Referenzspannungsquelle 60 bestimmt die Soll-Spannung U^*_{CE} des LHL-Moduls T1 bzw. T2 gemäß folgender Gleichung

$$U^*_{CE} = \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) \cdot U_{ref},$$

25

wobei mit R1 der Widerstand 62 und mit R2 der Widerstand 64 des Spannungsteilers 58 gemeint sind. Der Widerstand 82 dient zur Kompensation des Spannungsabfalls durch den Basisstrom der Transistoren 78 und 80, der sonst zur Abweichung der Soll-Spannung U^*_{CE} führen würde. Der Kondensator 84 am Eingang 50 des Differenzverstärkers 46 ist zur hochfrequenzmäßigen Erdung der Basis vom Transistor 80 vorgesehen.

Das Steuersignal S1 bzw. S2 kann an verschiedenen Punkten der Ansteuereinrichtung 6 mit integrierter Schaltungsanordnung zum Schutz vor Überspannungen zugeführt werden. Wird das

Steuersignal S1 bzw. S2 am Steuereingang 86 der Ansteuereinrichtung 6 angelegt, so wird dieses Steuersignal S1 bzw. S2 wie gehabt nur von der Ansteuereinrichtung 6 in einen Steuerstromimpuls gewandelt. Wird dagegen das Steuersignal S1 bzw. S2 am Steuereingang 88, der mittels einer Entkopplungsdiode 90 mit dem einen Eingang 48 des analogen Differenzverstärkers 46 verknüpft ist, gelegt, so wird die Verstärkung des analogen Differenzverstärkers 46 zusätzlich zur Verstärkung der Treiberstufe 30 der Ansteuereinrichtung 6 benutzt. Aus diesem Grunde kann man die Verstärkung der Treiberstufe 6 verringern, wodurch sich auch die Verlustleistung verringert.

Durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 28 zum Schutz gegen Überspannungen werden keine zusätzlichen Beschaltungsnetzwerke für die LHL-Module T1 und T2 bzw. für das Zweigpaar 2 des Stromrichters 4 mehr benötigt, so daß sich der Aufwand sehr verringert und die räumlichen Abmessungen eines Stromrichters 4 sich verkleinern. Wird die Schaltungsanordnung 28 außerdem noch in die Ansteuereinrichtung 6 eines jeden LHL-Moduls T1, T2 integriert und der eine Eingang 48 des Differenzverstärkers 46 als Steuereingang mitbenutzt, so kann durch die Aufteilung der Gesamtverstärkung auf die Treiberstufe 30 und auf den analogen Differenzverstärker 46 die Verlustleistung verringert werden.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (28) zum Schutz von über ihren Steu-
ereingang (G) ein- und ausschaltbaren, ein Zweigpaar (2) in
einem Stromrichter (4) bildenden Leistungshalbleiterschalt-
5 tern (T1, T2) vor energiereichen Überspannungen, bestehend
aus einem Vergleicher mit nachgeschalteten Analogverstärker
mit Begrenzungskennlinie, der ausgangsseitig mit einem
Steuereingang (G) des zu schützenden Leistungshalbleiter-
schalters (T1, T2) elektrisch leitend verbunden ist, wobei
10 am Vergleicher eine Ist-Spannung (U_{CE}) und eine
vorbestimmte Soll-Spannung (U^*_{CE}) des Hauptanschlusses (C)
dieses Leistungshalbleiterschalters (T1, T2) anstehen.
2. Schaltungsanordnung (28) nach Anspruch 1, wobei als Ver-
15 gleicher mit nachgeschalteten Analogverstärker ein analoger
Differenzverstärker (46) vorgesehen ist, dessen einer Ein-
gang (48) mit dem Ausgang eines Spannungsteilers (58) und
dessen anderer Eingang (50) mit einer Referenzspannungs-
quelle (60) verknüpft sind, wobei der Spannungsteiler (58)
20 eingangsseitig mit dem Hauptanschluß (C) eines Leistungs-
halbleiterschalters (T1, T2) verbunden ist.
3. Schaltungsanordnung (28) nach Anspruch 2, wobei der Wi-
derstand (62) des Spannungsteilers (58), der mit dem Haupt-
25 anschluß (C) eines Leistungshalbleiterschalters (T1, T2)
verbunden ist, in mehrere elektrisch in Reihe geschalteter
Teilwiderstände (66) unterteilt ist.

1/2

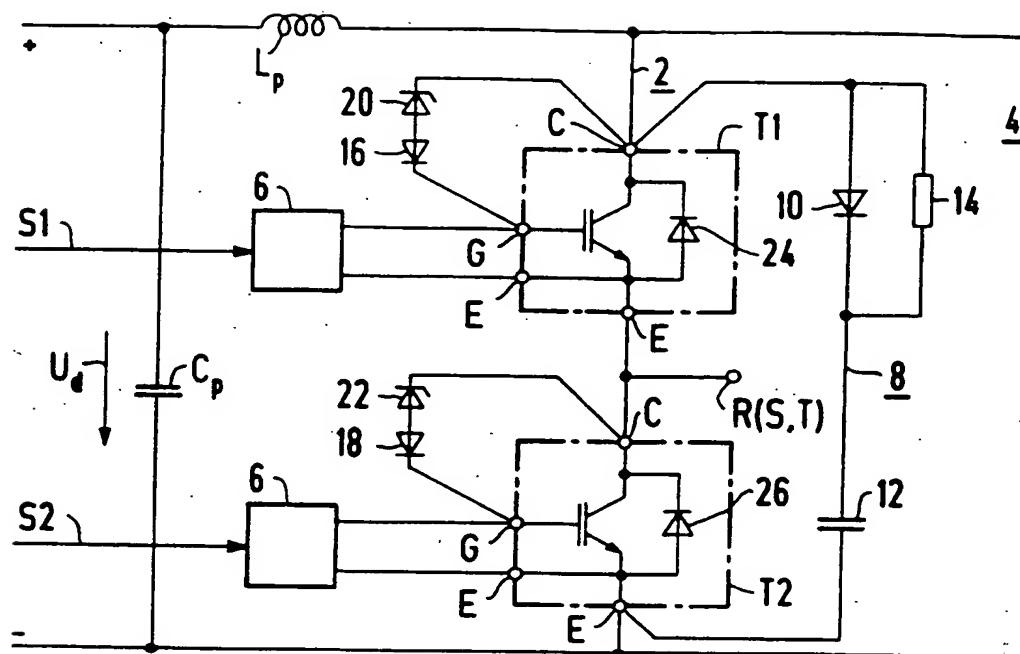


FIG 1

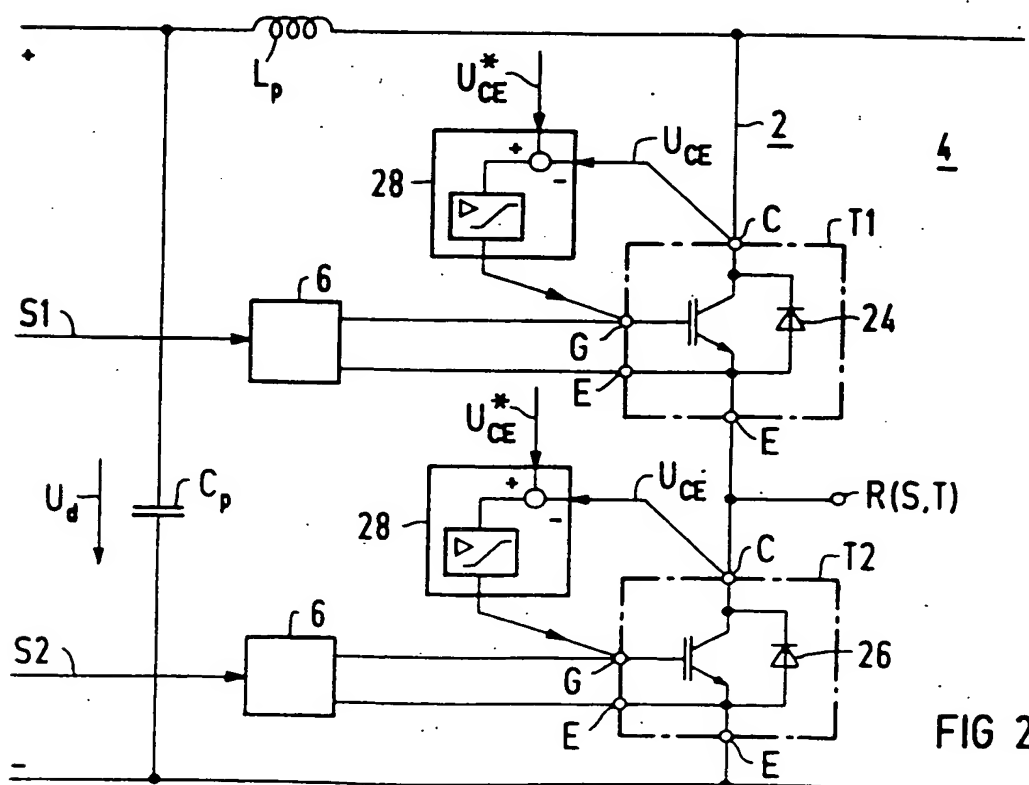
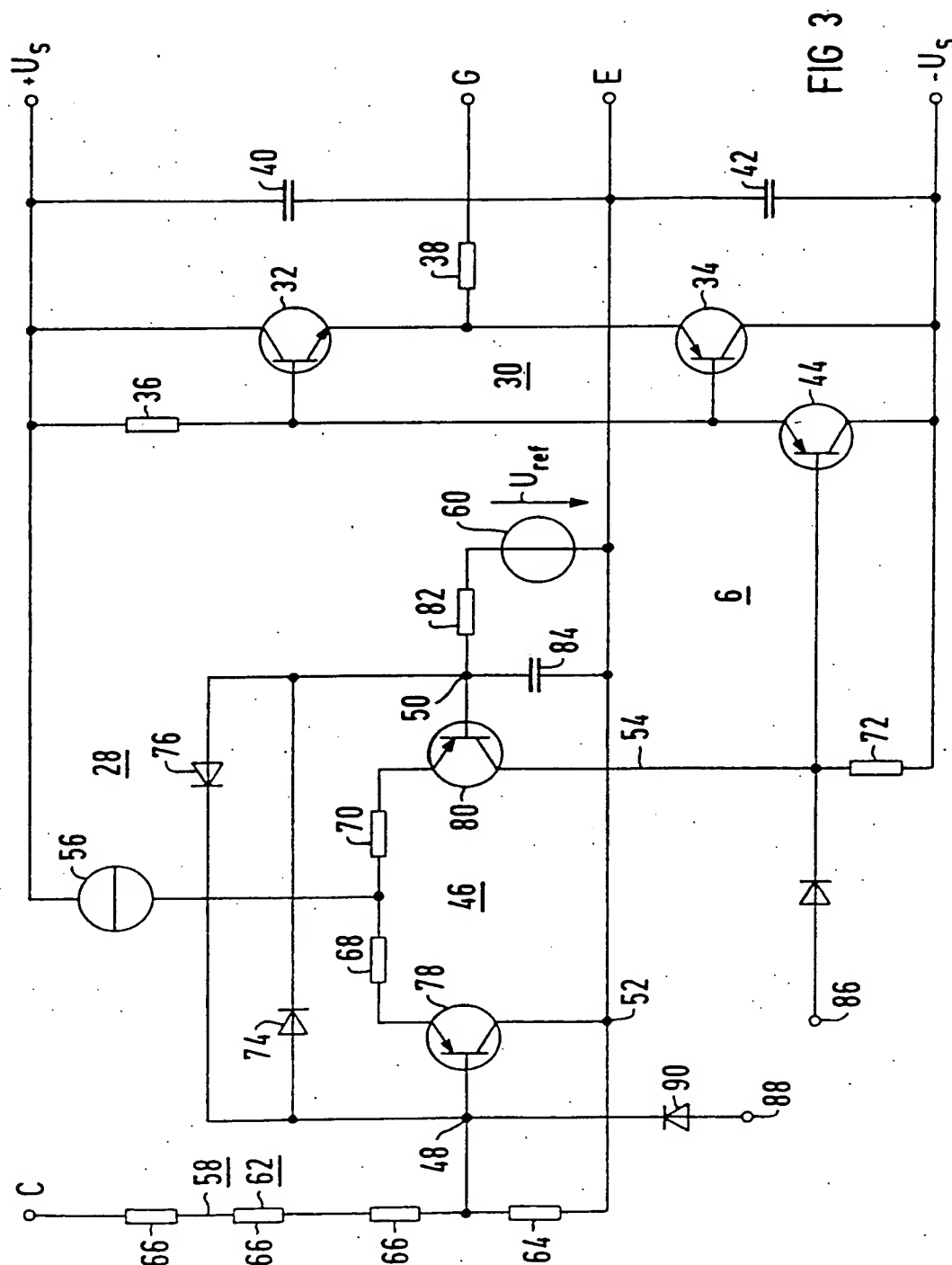


FIG 2

2/2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 93/00270

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 5 H03K17/08 H03K17/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 H03K H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS. vol. 25, no. 3, June 1990; NEW YORK US pages 677 - 682 SCHOOFS ET AL. 'A 700-V Interface IC for Power Bridge Circuits' see page 681, left column, line 13 - right column, line 3; figures 2,6	1,2
A	EP,A,0 499 921 (SGS-THOMSON MICROELECTRONICS) 26 August 1992 see column 7, line 58 - column 12, line 19; figures 8-10	1,2
A	EP,A,0 311 576 (SGS-THOMSON MICROELECTRONICS) 12 April 1989 see page 2, line 56 - page 3, line 32; figure 1	1
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 November 1993

Date of mailing of the international search report

14. 01. 94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Cantarelli, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatio Application No
PCT/DE 93/00270

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,C,40 37 348 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 13 February 1992 see claims 1,2; figures 1,2 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internati Application No
PCT/DE 93/00270

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0499921	26-08-92	JP-A- 4337813 US-A- 5172018	25-11-92 15-12-92
EP-A-0311576	12-04-89	JP-A- 1128107 US-A- 4882532	19-05-89 21-11-89
DE-C-4037348	13-02-92	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatic s Aktenzeichen

PCT/DE 93/00270

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 5 H03K17/08 H03K17/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK.

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
IPK 5 H03K H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS. Bd. 25, Nr. 3, Juni 1990, NEW YORK US Seiten 677 - 682 SCHOOFS ET AL. 'A 700-V Interface IC for Power Bridge Circuits' siehe Seite 681, linke Spalte, Zeile 13 - rechte Spalte, Zeile 3; Abbildungen 2,6 ---	1,2
A	EP,A,0 499 921 (SGS-THOMSON MICROELECTRONICS) 26. August 1992 siehe Spalte 7, Zeile 58 - Spalte 12, Zeile 19; Abbildungen 8-10 ---	1,2
A	EP,A,0 311 576 (SGS-THOMSON MICROELECTRONICS) 12. April 1989 siehe Seite 2, Zeile 56 - Seite 3, Zeile 32; Abbildung 1 ---	1

	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist.
 - "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. November 1993

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14. 01. 94

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cantarelli, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 93/00270

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,C,40 37 348 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 13. Februar 1992 siehe Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,2 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. s. Aktenzeichen

PCT/DE 93/00270

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0499921	26-08-92	JP-A- 4337813 US-A- 5172018	25-11-92 15-12-92
EP-A-0311576 .	12-04-89	JP-A- 1128107 US-A- 4882532	19-05-89 21-11-89
DE-C-4037348	13-02-92	KEINE	